ウッドチップを充填した浸透トレンチによる赤土等流出防止対策 ——対策効果に影響を与える要因と対策効果の客観的評価——

仲村渠将¹・吉永安俊²・酒井一人³・赤嶺光⁴

Reddish Soil Runoff Prevention Measure using an Infiltration Trench with Wood Chips

—Factors Influencing the Efficiency of the Measure and Numerical Estimation of the Efficiency—

Tamotsu Nakandakari¹, Anshun Yoshinaga², Kazuhito Sakai³, and Hikaru Akamine⁴

Abstract: An infiltration trench with wood chips is more efficient method to prevent reddish soil runoff in an upland field. To put the measure to practical use, this study unveils two factors influencing the sediment reduction efficiency and estimates the USLE support practice factor P value. For the purpose of this study, field experiment was conducted under natural rainfall condition using six experimental slopes. The slope dimensions are 30 m long by 1 m wide. It was found that the efficiency increased as the trench volume was gained, and was higher in the slope with multiple trenches than with single one. It seems likely that the amount of unsaturated gap volume in the trench during rainfall event would be directly related to sediment removal. USLE P value of the infiltration trench was in the range of 0.1 to 0.3, and was smaller than that of conventional measures. In conclusion, the volume and the arrangement of the infiltration trench are factors affecting the sediment reduction efficiency, and USLE P value is estimated as the efficiency.

Keywords: Infiltration trench; Wood chip; Reddish soil runoff; Sediment reduction efficiency; USLE P value

1 はじめに

沖縄地方の河川は短く、陸域の出水は短時間で海域に到達する。そのため、降雨時、畑地の土壌侵食に伴って流出する地表濁水はただちに沿岸の水質および景観を悪化させる。海域まで到達する土粒子は粒径 100 μm 以下の微細土粒子である(吉永ら, 1996)。このような微細土粒子の流出を防止するには発生源対策が効果的である。これまで畑地における発生源対策として種々の方法(たとえば、沖縄県農林水産部, 1995; 塩野ら, 2002)が実施されてきたが十分な効果は得られていない。その原因として微細土粒子を含んだ地表濁水処理の難しさが挙げられる。

吉永ら(2009)は地表濁水を処理できる発生源対策としてウッドチップを充填した浸透トレンチを考案した。これは吉永ら(2008)の土中排水法を改良した対策手法である。ウッドチップを充填した浸透トレンチの対策効果は高く、浸透トレンチの規模と畑面積の関係に応じて対策効果に変化することを考慮する必要があるものの、降雨量が約 200 mm までなら土砂流出防止効果は約 80% 以上であったことが確認されている。ウッドチップを充填した浸透トレンチは低コストで施工も容易である。また、ウッドチップは廃木材から作られるエコロジカルな材料である。このようにウッドチップを充填した浸透トレンチは発生源対策として有望である。

ウッドチップを充填した浸透トレンチを実用化するためには、その対策効果に影響を与える要因を明らかにしなければならない。加えて、これを利用した土砂流出防止対策計画を立案するためには、その対策効果が客観的な指標に基づかなければならない。そこで本論文では、影響要因として浸透トレンチの容量と配置形態に着目し、これらが対策効果に与える影響を明らかにする。また、ウッドチップを充填した浸透トレンチの対策効果を客観的に把握するためその USLE 保全係数を求める。

なお、本論文の以降の部分では、文脈に応じて「ウッドチップを充填した浸透トレンチ」を「浸透トレンチ」に簡略化して記述する。

2 実験方法

琉球大学農学部亜熱帯フィールド科学教育研究センターに造成した実験圃場を自然降雨下に供試する。実験圃場外に流出する土量などを浸透トレンチを設置しない非対策区と設置する対策区とで比較することで、浸透トレンチの容量と配置形態が対策効果に及ぼす影響を明らかにする。また、実験データを用いて浸透トレンチの USLE 保全係数を算出する。以下、実験方法の詳細を説明する。

2.1 実験圃場および実験条件

実験圃場とその実験条件は図 1 に示すとおりである。土壌は島尻マージである。浸透トレンチの容量は 30 cm 区が 0.3 m^3 、60 cm 区が 0.6 m^3 、90 cm 区が 0.9 m^3 である。また、30 cm $\times$ 3 個区と 45 cm $\times$ 2 個区では総容量で 0.9 m^3 である。浸透トレンチが土壌と接触している浸透面の総面積は 30 cm 区が 2.9 m^2 、60 cm 区が 3.8 m^2 、90 cm 区が 4.7 m^2 である。また、30 cm $\times$ 3 個区では 3 個の合計で 8.7 m^2 、45 cm $\times$ 2 個区では 2 個の合計で 6.7 m^2 である。

¹ 琉球大学農学部助教, Assistant Professor, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 1 Senbaru, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

² 琉球大学農学部教授, Professor, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 1 Senbaru, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan (Corresponding Author) E-mail: yosinaga@agr.u-ryukyu.ac.jp

³ 琉球大学農学部教授, Professor, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 1 Senbaru, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

⁴ 琉球大学農学部准教授, Associate Professor, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus, 1 Senbaru, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

図 1: 実験圃場とその実験条件

本論文では、各対策区の各浸透トレレンチに以下の名称をつける。30 cm×3 個区では上流側から順に 30-1, 30-2 および 30-3, 45 cm×2 個区では上流側から 45-1 と 45-2 である。また、30 cm 区、60 cm 区および 90 cm 区についてはそれぞれ 30-0, 60-0 および 90-0 である。

実験圃場を一律に耕作した後、自然降雨下に供試する。

2.2 ウッドチップ

浸透トレレンチの充填材料には市販のウッドチップ(図 2)を使用する。このウッドチップは廃木材から作られており、エコロジカルな材料である。

図 2 に見るように、ウッドチップは不定形であり、さまざまな大きさをしている。使用するウッドチップのふり残留率は表 1 のとおりである。表 1 には示していないが、目開き 0.85 mm のふり通過率がゼロであることを考慮すると、ウッドチップの大きさは 0.85 mm から 26.5 mm

表 1: ウッドチップのふり残留率

目開き (mm)	0.25	0.85	2	4.75	9.5	16	26.5
残留率 (%)	0.0	0.5	7.4	33.4	49.1	9.6	0.0

図 2: ウッドチップ

の範囲に分布する。また、4.75 mm から 16 mm までのおよそ中礫分に相当する大きさのウッドチップが約 83%を占める。

ウッドチップをバケツ一杯に充填して注水し、その注水量からウッドチップの充填空隙率を調べると 54.9%であった。したがって、ウッドチップを充填した浸透トレレンチでは、浸透トレレンチ容量の約 55%は空隙である。

2.3 流出水量と流出土量の測定

降雨時、実験圃場に発生する地表濁水は浸透トレレンチによる一時的な貯留と浸透で処理される。一方、例えば浸透トレレンチ内部の貯留水位がウッドチップの充填表面に達する場合のように、浸透トレレンチを越流して実験圃場外へ流出する成分も存在する。本論文では、浸透トレレンチを越流して実験圃場外に出てくる地表濁水を「流出水」、流出水に含まれる土を「流出土」と定義する。

降雨後、受水タンクに回収される流出水の水深を測定する。流出水の水深に受水タンク底面積を乗じて得られる体積を流出水量(単位:L)とする。受水タンクに回収される流出土の 110°Cでの炉乾燥質量を流出土量(単位:kg)とする。

2.4 浸透トレレンチの貯水位測定

浸透トレレンチの貯水状況を把握するため、水圧式水位計(Onset Computer 社製, HOBO U20-001-04)を用いて浸透トレレンチ内の貯水位を 5 分間隔で連続計測する。貯水位の基準高は浸透トレレンチ下流端のウッドチップ充填表面である。

3 結果および考察

実験期間は第 1 期が 2009 年 12 月から 2010 年 2 月まで、第 2 期が 2010 年 5 月から 2010 年 7 月までであった。実験期間を第 1 期と第 2 期に分けているのは、実験の進行とともに生じる浸透トレレンチに充填したウッドチップ表層の目詰まりを除去するため、途中で表層 10 cm のウッドチップを更新したからである。よって、ウッドチップ更新前が第 1 期、更新後が第 2 期となっている。

3.1 実験対象降雨

第 1 期では No.1 から No.5 までの 5 つの降雨、第 2 期では No.6 から No.11 までの 6 つの降雨が実験対象降雨となった。表 2 に実験対象降雨の主な性質を示す。表 2 よ

表 2: 実験対象降雨の主な性質

降雨 No.	生起年月日	総雨量 (mm)	降雨係数* (Jmh ⁻¹ m ⁻²)
1	2009 年 12 月 24 日	113.0	80
2	2010 年 2 月 6 日	51.0	51
3	2010 年 2 月 14 日	98.0	258
4	2010 年 2 月 22 日	42.5	38
5	2010 年 2 月 26 日	40.5	65
6	2010 年 5 月 24 日	71.0	127
7	2010 年 5 月 28 日	62.5	47
8	2010 年 6 月 11 日	77.5	75
9	2010 年 6 月 15 日	53.5	65
10	2010 年 6 月 16 日	34.0	45
11	2010 年 7 月 1 日	68.5	122

*Wischmeier and Smith (1978)

り、降雨 No.3 は降雨係数が最も大きく、他の降雨と比較して土壌侵食量が大きくなることが推測される。

3.2 浸透トレンチ貯水位の性質

3.2.1 実験圃場における浸透トレンチ貯水位の一般的性質
第 2 期中の一部の期間について浸透トレンチ貯水位の経時変化を図 3 に示す。なお、第 1 期には浸透トレンチ貯水位を測定していない。図 3 より、浸透トレンチの貯水位は降雨に応じた経時変化となり、降雨開始から短時間のうちに増加し、降雨終了後は緩やかに減少する。一般的に島尻マージ土壌の透水性が良いことを考慮すると、降雨初期に地表濁水は発生しにくいと、降雨初期の急な貯水位変動の主要因は地表濁水の流入ではなく浸透トレンチ周辺の地下水であると考えられる。無降雨時に -0.9 m より大きい貯水位があることから、浸透トレンチ貯水位に対する地下水の影響は大きいことが示唆される。

図 3: 浸透トレンチ貯水位の経時変化 (第 2 期の一部)

3.2.2 対策効果との関わり

実験圃場造成における浸透トレンチ掘削時の地下の状況から、浸透トレンチ 60-0 と 90-0 付近では不透水層の位置が約 10 cm 高く、そのため地下水位が高いことを確認している。これは、図 3 と後述する図 4 において浸透トレンチ 60-0 と 90-0 の無降雨時の貯水位が他と比較して大きいことに現れている。したがって、浸透トレンチ 60-0 と 90-0 の実際の空隙量は実験条件から想定される空隙量より小さくなっているため、これらの浸透トレンチではその容量に応じた対策効果が得られにくくなっていると思われる。なお、図 3 の 6 月 15 日の貯水位にみられるように、浸透トレンチ 60-0 と 90-0 以外の無降雨時の貯水位は基本的に小さく、浸透トレンチ 60-0 と 90-0 に比較して地下水の影響は小さい。

降雨時には浸透トレンチの貯水位がゼロより大きくなる状況がしばしば発生した。これは貯水位の増加によって浸透トレンチの空隙が飽和した結果、浸透トレンチ表層上部に湛水が生じていることを示している。このよう

な湛水時にはほとんどの地表濁水が浸透トレンチを越流していると考えられる。

図 4 は 2010 年 5 月 24 日 3 時から 15 時までの短期間の貯水位の経時変化である。8 時以降の貯水位に着目すると、浸透トレンチ 90-0 の貯水位は他の二者より小さいことがわかる。この主な原因は浸透トレンチの貯留効果であると思われる。その理由は以下のように考察される。

浸透トレンチの浸透効果を示す指標として浸透トレンチの単位容積当たりの浸透面積を定義すると、その値が小さいほど浸透効果は低いとみなせる。浸透トレンチの単位容積当たりの浸透面積は小さい順に 90 cm 区の $5.2 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$ 、60 cm 区の $6.3 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$ 、30 cm 区の $9.7 \text{ m}^2 \text{ m}^{-3}$ である。ゆえに、90 cm 区は 30 cm 区と 60 cm 区より浸透効果が低いといえる。それにもかかわらず 90 cm 区の貯水位が比較的小さいのは、地表濁水を受容できる空隙が発生するためと考えられる。逆に 30 cm 区の場合、浸透による貯水位の低下によって現れる空隙では地表濁水を十分に受容できないと考えられる。このように、浸透トレンチの容量が大きいと地表濁水の圃場外への流出量を減らせるため、対策効果を高められると考えられる。

図 4: 浸透トレンチ貯水位の経時変化 (2010 年 5 月 24 日)

3.3 ウッドチップを充填した浸透トレンチの対策効果

流出水量と流出土量の結果を表 3 に示す。降雨 No.3 については、流出水が受水タンクからあふれたため流出水量を欠測扱いにした。また、代表的な結果として、降雨 No.8 の流出土量を図 5 に示した。

表 3 および図 5 に示すとおり、対策区の流出水量と流出土量は非対策区より少なかった。このように、浸透トレンチによって地表濁水の実験圃場外への流出は抑制されるといえる。

ここで、流出水と流出土の削減率を以下の式 (1) と式 (2) でそれぞれ定義する。

$$E_w = \frac{C_w - T_w}{C_w} \times 100 \quad (1)$$

$$E_s = \frac{C_s - T_s}{C_s} \times 100 \quad (2)$$

ここに、 E_w :流出水の削減率(%), C_w :非対策区の流出水量, T_w :対策区の流出水量, E_s :流出土の削減率(%), C_s :非対策区の流出土量, T_s :対策区の流出土量である。

表 3: 流出水量と流出土量

降雨 No.	流出水量 (L)						流出土量 (kg)							
	非対 策区	対策区					非対策区		対策区					
		30 cm	60 cm	90 cm	30 cm × 3	45 cm × 2	実測値	USLE	30 cm	60 cm	90 cm	30 cm × 3	45 cm × 2	
1	773	221	64	539	376	747	0.603	15	0.165	0.086	0.200	0.215	0.457	
2	181	57	47	44	32	54	1.601	9	0.063	0.047	0.073	0.050	0.057	
3	—	—	—	—	—	—	39.360	48	8.773	6.801	6.640	4.715	4.946	
4	935	381	424	443	181	206	10.438	7	1.307	1.387	1.773	0.052	0.073	
5	1140	390	570	690	248	250	16.350	12	1.584	4.213	3.119	0.017	0.345	
6	1075	359	694	230	159	107	14.791	24	1.975	3.294	1.706	0.714	0.192	
7	885	542	753	446	93	273	10.275	9	2.372	3.006	1.137	0.395	0.633	
8	1242	783	936	759	194	696	12.322	14	3.223	5.610	2.658	1.241	1.035	
9	1053	811	714	729	161	274	19.041	12	4.713	4.921	4.539	1.144	1.105	
10	733	583	591	569	334	318	17.673	8	5.288	5.663	5.315	2.733	2.366	
11	830	640	685	641	316	315	24.668	23	4.927	5.476	5.109	2.357	2.593

図 5: 降雨 No.8 の流出土量

図 6: 流出水削減率と流出土削減率の関係

図 6 に流出水削減率と流出土削減率の関係を示す。ただし、後述する理由から、実験条件が他と異なる傾向にあった降雨 No.1 と 60 cm 区のデータを含めていない。流出水削減率と流出土削減率には有意な相関関係 ($r = 0.901$, $t = 12.167$, $df = 34$, $p = 6.128 \times 10^{-14}$) が認められ、流出水削減率が増加すると流出土削減率も増加する。仮に地表濁水の圃場外への流出量を半分に減らすことができたならば、流出土量を 80%削減できることになる。したがって、地表濁水を圃場内で処理することは土砂流出防止対策において重要であるといえる。

図 6 より、流出水削減率が 20%から 90%までの広い範囲に分布するのに対して、流出土削減率は 70%から 99%までのより狭い範囲に分布し、さらに流出水削減率より流出土削減率のほうが大きいことがわかる。浸透トレンチ表層上部が流水によって湛水した状況であっても、転動して移動する団粒塊は浸透トレンチ表面の凹凸に捕らえられて静止するのが観察される。このとき、水そのものは浸透トレンチを越えて実験圃場外に流出するため、結果として流出水削減率より流出土削減率が大きくなる。

図 6 の結果は既往の結果 (吉永ら, 2009) にほぼ一致し、浸透トレンチの対策効果を一般的に示していると思われる。これらの結果は流出水削減率から流出土削減率を予測できることを示しており、対策効果の事前評価に役立つものである。そこで今後の課題としては、降雨、浸透トレンチ周辺の土壌水分動態、浸透トレンチ内部の貯水位変動および流出水量の相互関係を明らかにして降雨と

流出水削減率に関連付けることである。

以上のとおり、既往の研究と同様に本実験でもウッドチップを充填した浸透トレンチが発生源対策として効果的であることを確認できた。以下、浸透トレンチの容量と配置形態が対策効果に与える影響を考察する。

3.4 対策効果に影響を与える要因

本節では表 3 に示した実験結果を用いて浸透トレンチの対策効果に影響を与える要因について考察する。ただし、第 1 期の実験結果にはばらつきがあり解析に利用しにくいため、以下の考察では第 2 期の実験結果のみを用いる。

3.4.1 浸透トレンチの容量が対策効果に与える影響

本項では表 3 において第 2 期の 30 cm 区と 90 cm 区の流出水量と流出土量を相互に比較する。

浸透トレンチの空隙量が多いと浸透トレンチの貯留効果によって流出水量が減少すると仮定すると、浸透トレンチの空隙量が実験条件的に多い 90 cm 区の流出水量と流出土量は 30 cm 区より少なくなるといえる。表 3 に示すように、第 2 期では降雨 No.11 を除いて流出水量は 90 cm 区の方が少ない結果を得た。この結果は先述した仮定が正しいことを示している。したがって、浸透トレンチの容量が大きいと流出水量が減少する、すなわち対策効果は増大するといえる。なお、3 章 2 節で述べるように、90 cm 区

の浸透トレンチは地下水の影響で実際の空隙量が実験条件で想定される空隙量より少なくなっているが、その地下水の影響をなくせば90cm区の流出水量をより少なくできると考えられる。例えば、吉永ら(2008)のように浸透トレンチに暗渠を設置すれば対策効果を維持しつつ地下水を排水することができる。

流出土量に関する対策効果については流出水量と同様であり、浸透トレンチの容量が大きいほど対策効果は大きいといえる。ただし降雨No.10とNo.11については、浸透トレンチ上層表面の堆積土による目詰まりのため30cm区と90cm区の流出土量はほぼ同じになった。

多くの場合、60cm区の流出水量と流出土量は30cm区と90cm区より大きかった。図4に示すように、浸透トレンチの貯水位がゼロ付近まで上昇したとき、60cm区の貯水位は他より大きいことがわかる。そのため60cm区では流出が抑制されにくかったと考えられる。

3.4.2 浸透トレンチの配置形態が対策効果に与える影響

本項では表3において30cm×3個区、45cm×2個区および90cm区の流出水量と流出土量を相互に比較する。

これら3つの対策区では浸透トレンチの総容量は同じであるが、浸透トレンチ浸透面の総面積は異なる。また、図1に示すとおり、ひとつの浸透トレンチが受け持つ圃場の長さは30cm×3個区、45cm×2個区、90cm区の順に大きくなる。一般的に、圃場が長くなると土壌侵食量が増大する傾向がある。したがって、浸透トレンチを分割して配置すれば圃場が短くなるため土壌侵食量そのものを減少させることができるといえる。よって、30cm×3個区と45cm×2個区の流出水量と流出土量は90cm区より少なくなると考えられる。表3に示すように、多くの場合、流出水量と流出土量は90cm区より30cm×3個区と45cm×2個区の方が少なかった。したがって、浸透トレンチを分割して配置すると流出水量と流出土量は減少する、すなわち対策効果は増大するといえる。

3.4.3 浸透トレンチの空き容量と流出土削減率の関係

浸透トレンチの対策効果に影響を与える本質的な要因は浸透トレンチ内部の空隙の状態である。すなわち、降雨中に空隙に「空き」があるかどうかが重要である。

そこで、ウッドチップの充填空隙率、浸透トレンチの容積および第2期の貯水位の経時変化を用いて空隙の「空き容量」の経時変化を調べた後、降雨開始から終了までの累積空き容量を算出した。図7に累積空き容量と流出土削減率の関係を示す。なお、先述した理由により60cm区と降雨No.10およびNo.11の対策効果は他と異なる傾向を示すため、図7にはこれらのデータを含めていない。

同一降雨ごとにみると、90cm区の累積空き容量は30cm区より大きく、同時に90cm区の流出土削減率は30cm区より大きいことがわかる。このことから、浸透トレンチの容量が大きいと降雨時の累積空き容量も大きく、その結果、流出土削減率が大きくなるといえる。さらに、30cm×3個区と45cm×2個区の累積空き容量は90cm区より大きいことがわかる。この原因は、30cm×3個区と45cm×2個区では浸透トレンチの単位容積当たりの浸透面積が90cm区より大きいことから、30cm×3個区と45cm×2個区の浸透効果が90cm区より高いためと考えられる。

降雨の区別をしない全体的な傾向からも累積空き容量が大きいほど対策効果は大きいことがわかる。なお、デー

図7: 累積空き容量と流出土削減率の関係

タが左右に分かれて分布しているのは、累積空き容量が降雨継続時間の長短に影響されるためであり、降雨継続時間が20時間程度より短かった降雨のデータは左側に、長かった降雨のデータは右側に分布している。

以上のように、浸透トレンチの対策効果には累積空き容量が関与していることが示された。ただし、浸透トレンチに地表濁水がトラップされて対策効果が発揮されるかどうかという点に関しては、降雨時の瞬間ごとに空隙の空きが存在しているかどうかにより重要である。したがって、浸透トレンチの浸透現象を定量的かつ時变的に評価して空隙の空きと対策効果との関わりを明らかにすることが今後の課題である。

3.5 ウッドチップを充填した浸透トレンチのUSLE保全係数

Wischmeier and Smith (1978) は年間流出土量を予測するUSLEを開発している。大澤ら(2004)は一連降雨ごとにUSLEで算出した流出土量が耕起直後を除いて十分な精度であることを沖縄島の畑地帯における現地観測で確かめている。そこで非対策区の実験圃場について、表2に示した降雨ごとの流出土量をUSLEで計算する。USLEの計算に用いる各係数の値は表4のとおりである。USLEの計算結果を表3に示した。大澤らの指摘のとおり、耕起直後であった降雨No.1ではUSLEによる流出土量の計算値は過大といえる。図8に示すように、全体的には流出土量の実測値と計算値は概ね一致すると考えられる。そこで、USLEが本実験圃場の流出土量をよく表現でき

表4: USLEの各係数値

R	K	LS	C	P
(Jmh ⁻¹ m ⁻²)	(kg hJ ⁻¹ m ⁻¹)	無次元	無次元	無次元
表2参照	0.013*	0.476	1	1

*比嘉・満本(2001)から島尻マージ土壌の値を引用

図 8: 非対策区の流出土量の実測値と USLE 計算値の関係

るものとして、ウッドチップを充填した浸透トレンチの USLE 保全係数 P を試算した結果を図 9 に示した。比較のため、従来の赤土流出防止対策の USLE 保全係数 (沖縄県農林水産部, 2005a) も示した。

図 9 より、浸透トレンチの USLE 保全係数 P の値は 0.1 から 0.3 の範囲に概ね分布する。従来の赤土流出防止対策と比較すると、保全係数が最も小さい方である全面マルチの保全係数は $P = 0.1$ であり、浸透トレンチを分散配置した $30\text{ cm} \times 3$ 個区と $45\text{ cm} \times 2$ 個区の保全係数は全面マルチとほぼ同じである。したがって、浸透トレンチの USLE 保全係数は赤土流出防止対策としては比較的小さい値であるといえる。USLE では、その保全係数が小さいことは土壌流出対策の効果が高いことを示す。このことから、ウッドチップを充填した浸透トレンチが効果的な対策であることは明らかである。

現在、沖縄県の赤土流出防止対策事業では、USLE で求めた対策時の流出土量に基づいて費用対効果が算出されている (沖縄県農林水産部, 2005b)。ゆえに、赤土流出防止対策の USLE 保全係数は事業計画において費用対効果を算出するために必須である。本論文で USLE 保全係数 P の算出に用いた土壌係数 K (表 4 参照) を時変量とせず一定値としていることについては議論の余地が残されるが、ウッドチップを充填した浸透トレンチの USLE 保全係数が得られたことの政策的意義は大きい。

4 おわりに

ウッドチップを充填した浸透トレンチの対策効果に影響を与える要因を明らかにし、さらにその対策効果を客観的に評価することができた。影響要因として浸透トレンチの容量と配置形態を示すことができた。浸透トレンチの容量が大きいと対策効果は高く、これには浸透トレンチ内部の空隙の空き容量が影響していると考えられた。また、浸透トレンチを分散配置すると対策効果は高まるといった。対策効果の客観的評価として USLE 保全係数を算出した。USLE 保全係数の値は概ね 0.1 から 0.3 の範囲にあり、赤土流出防止対策としては比較的小さいことが示された。

以上のように、ウッドチップを充填した浸透トレンチは

図 9: USLE 保全係数 P の分布

効果的な発生源対策である。加えて、ウッドチップはエコロジカルな材料であり、ウッドチップを充填した浸透トレンチは環境配慮型の赤土等流出防止対策である。今後の課題は、降雨、浸透トレンチ周辺の土壌水分動態、浸透トレンチ内部の貯水位変動および流出水量の相互関係を調べ、浸透トレンチの浸透現象を定量的かつ時变的に評価したうえで対策効果を示すことである。

謝辞

本研究は科学研究費補助金基盤研究 (C) (課題番号: 21580300, 研究代表: 吉永安俊) の支援を受けた。

引用文献

- [1] 比嘉榮三郎・満本裕彰 (2001): USLE 式による土壌流出予測方法, 沖縄県衛生環境研究所報, 35, pp. 121-127.
- [2] 沖縄県農林水産部 (1995): 土地改良事業における赤土流出防止対策指針, p. 17.
- [3] 沖縄県農林水産部 (2005a): 水質保全対策事業 (耕土流出防止型) 計画設計の手引き, p. 25.
- [4] 沖縄県農林水産部 (2005b): 水質保全対策事業 (耕土流出防止型) 計画設計の手引き, p. 69.
- [5] 大澤和敏・酒井一人・島田正志・池田駿介 (2004): 沖縄地方の農業流域における土砂動態の検討, 水工学論文集, 48, pp. 1111-1116.
- [6] 塩野隆弘・樽屋啓之・宮本輝仁 (2002): 草生帯による土砂流出軽減機能の評価手法の開発, 平成 14 年度農業工学試験研究成績・計画概要集, pp. 602-603.
- [7] Wischmeier, W. H., and Smith, D. D. (1978): Predicting rainfall erosion losses—a guide to conservation planning, *Agriculture Handbook, U. S. Department of Agriculture*, 537.
- [8] 吉永安俊・翁長謙良・酒井一人 (1996): 沖縄県の農地における赤土流出防止対策と赤土等流出防止条例, 水利科学, 228, pp. 1-13.
- [9] 吉永安俊・酒井一人・仲村渠将・仲村元・藤田智康 (2008): 土中排水法による浮遊土砂の流出防止に関する研究, 農業農村工学会論文集, 254, pp. 105-111.
- [10] 吉永安俊・酒井一人・仲村渠将・中村真也・石川裕也 (2009): ウッドチップを充填した浸透トレンチの土砂流出防止効果と浸透特性, 日本雨水資源化システム学会誌, 15(1), pp. 17-22.

この論文の公開の質疑または討議は 2012 年 12 月 31 日まで受付ます。